

## **Tema:** Inventário, Modelação e Gestão

### TABELA DE PRODUÇÃO PARA O CASTANHEIRO EM REGIME DE ALTO FUSTE

M<sup>a</sup> SAMEIRO PATRÍCIO<sup>1</sup>, Margarida Tomé<sup>2</sup> e M<sup>a</sup> Loreto Monteiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento Florestal, Instituto Politécnico de Bragança, ESAB, Quinta Sta. Apolónia Apartado 172, 5301-855 Bragança. [sampat@ipb.pt](mailto:sampat@ipb.pt)

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Florestal, ISA, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa.

#### **Resumo**

Aproveitando o potencial dos povoamentos de alto fuste adulto de castanheiro existentes em Trás-os-Montes e Entre Douro e Minho, elaborou-se um modelo de crescimento de povoamento do tipo tabela de produção. Esta tabela de produção para o castanheiro em regime de alto fuste tem carácter provisório na medida em que a função de produção em volume total do povoamento não pode ser determinada com exactidão devido ao desconhecimento do volume retirado dos povoamentos ao longo do tempo. Ensaiou-se um regime de desbastes a aplicar baseado nos modelos de condução teóricos para o castanheiro propostos por Bourgeois, Sevrin e Lemaire (2004) para a melhor classe de qualidade e uma equação de redução de densidade, baseada nas tabelas de produção inglesas do castanheiro (Everard e Christie, 1995), para as classes de qualidade média e inferior. Com esta tabela é possível obter estimativas, para além dos volumes total, principal e secundário, da biomassa produzida, total e por componentes, e dos elementos minerais nela contidos (N, P, K, Ca, Mg, S, B, e C).

**Palavras Chave:** *Castanea sativa*, Tabela de Produção, Gestão Florestal

#### **Introdução**

Duma maneira geral existe muito pouca informação publicada relativa a crescimento e produção do castanheiro em alto fuste. No que se refere às tabelas de produção são conhecidas, especificamente para esta espécie, a tabela de produção para plantações de castanheiro de Maw, 1912, apresentada por Everard e Christie (1995) e ainda a tabela de produção provisória, para o castanheiro na floresta de Dine e sul de Inglaterra para talhadia com condução de alto fuste (Everard e Christie, 1995). Nas tabelas de produção inglesas de Hamilton e Christie (1971) recomenda-se a aplicação das tabelas da faia ao castanheiro. Em Portugal, na ausência de tabelas de produção específicas para o

castanheiro, continuam-se a utilizar, ainda hoje, as tabelas de produção inglesas da faia para estimar a produção nos castinçais.

Como é sabido, no nosso País, a área arborizada com castanheiro encontra-se em franca expansão quer para fruto quer para madeira, ocupando actualmente na globalidade mais de 50 000 ha. Em Trás-os-Montes, onde a espécie tem maior representação, a área ocupada pelo alto fuste ronda os 14 % do total nacional, constituídos essencialmente por povoamentos jovens [7141,12 ha dos quais 5985,89 são povoamentos puros (DVPF /DRATM, 2002) e já somente 4,7 ha de povoamentos adultos (Patrício, 2004)]. Assim, aproveitando o potencial dos povoamentos de alto fuste adulto existentes em Trás-os-Montes e Entre Douro e Minho elaborou-se um modelo de crescimento de povoamento do tipo tabela de produção para o castanheiro em regime de alto fuste. Esta tabela de produção tem carácter provisório na medida em que a função de produção em volume total do povoamento não pode ser determinada com exactidão devido ao desconhecimento do volume retirado dos povoamentos ao longo do tempo. A silvicultura a aplicar pode ser definida pelo utilizador ou por uma equação de redução de densidade assente nas tabelas de produção inglesas para o castanheiro (Everard e Christie, 1995). Neste trabalho, a intervenção produtiva assenta num regime de desbastes baseado nos modelos de condução teóricos para o castanheiro propostos por Bourgeois, Sevrin e Lemaire (2004) aplicável a uma classe de qualidade superior e numa equação de redução de densidade, baseada nas tabelas de produção inglesas do castanheiro, para as classes de qualidade média e inferior. Com esta tabela é possível obter estimativas da biomassa produzida, total e por componentes, e dos elementos minerais nela contidos (N, P, K, Ca, Mg, S, B, e C).

Atendendo a que as tabelas de produção são instrumentos capazes de prestar numerosos e preciosos serviços, principalmente no domínio da gestão florestal, do planeamento regional e do estudo das estações de crescimento, as tabelas de produção para o castanheiro são, por isso, instrumentos fundamentais para a gestão futura dos jovens povoamentos.

A tabela de produção apresentada fornece características médias, descrevendo o crescimento previsível dum povoamento de castanheiro com base no nível de fertilidade para a região de Trás-os-Montes e Entre Douro e Minho.

### ***Modelo de condução para o alto fuste de castanheiro***

Uma vez que a silvicultura das tabelas apresentadas pode ser definida pelo utilizador, apresenta-se no Quadro 1 um modelo de condução silvícola com vista à produção de madeira de qualidade com aplicação de desbastes em proveito das árvores de

futuro. Para satisfazer este objectivo o crescimento em diâmetro das árvores designadas deverá ser igual ou superior a 1 cm por ano (Bourgeois, Sevrin e Lemaire, 2004). Segundo estes autores a produção de madeira de qualidade repousa sobre a cultura “individual” de árvores de futuro, cuidadosamente seleccionadas, desafogadas por acção dos desbastes e desramadas na devida altura. Sugerem um número de árvores que poderá ser conduzido até corte final à volta das 200 a 250 árvores por hectare, para o objectivo de produção de fustes com 35-40 cm de diâmetro a 1,30 m aos 40 anos, aproximadamente, ou 120 a 175 árvores por hectare para a obtenção de fustes de 45-50 cm de diâmetro a 1,30 m aos 50 anos, aproximadamente. Este objectivo só será atingido nas estações correspondentes às melhores classes de qualidade, arborizadas com plantas de primeira qualidade de proveniência apropriada.

Quadro 1: Modelo para condução duma plantação de castanheiro em regime de alto fuste em povoamento florestal.

Altura (m)	Idade (anos)	d das árv. designadas (cm)	Intervenções	N após desbaste *
0,40	1 + 0		• Preparação do terreno • Plantação	1250
0,60 – 5			• Lavoras • Cortes de formação	
7 – 9			• Último corte de formação • Limpeza • 1ª desrama até 2 m (300 árv.)	1000 a 1100
11 – 12	13 - 16	15	• Designar 150 a 250 árv. • 1º desbaste • Desrama até 4 m das designadas	≈ 700
14 – 16	18 - 21	20	• 2º desbaste • Desrama até 6 m das designadas	≈ 370
18 – 20	27 - 30	30	• 3º desbaste	250
20 - 24	35 - 40	35 – 40	• Objectivo d 35 a 40 cm: corte raso ou • 4º desbaste	0 ou 150 - 180
24 - 26	40 - 45	≥ 45	• Objectivo d 45 cm: corte raso	0

Adaptado de Bourgeois Sevrin e Lemaire (2004). \* Densidade indicativa.

## Material e métodos

Os dados utilizados para a construção das tabelas de produção são provenientes de povoamentos localizados nas regiões de Trás-os-Montes (serra de Bornes; serra da Padrela; concelho de Bragança; Bemlhevai, concelho de Vila Flor), e Entre Douro e Minho (Serra do Marão).

Para o desenvolvimento do modelo ajustaram-se diversas funções com o programa *SAS/STAT* e procedeu-se à análise estatística das mesmas, com vista à selecção da melhor equação em cada categoria. A qualidade do ajustamento foi avaliada através da significância e estabilidade dos parâmetros, do quadrado médio do erro ponderado do modelo (*QMR*) e do  $R^2$  ajustado ( $R^2_{ajust}$ ) ou eficiência de modelação (*EM*), nos modelos não lineares. No que se refere à precisão e enviesamento dos modelos foi considerado: o  $R^2$  de predição, a média dos resíduos *PRESS* e média do valor absoluto dos resíduos *PRESS*, os gráficos dos resíduos studentizados em função dos valores estimados e de detecção de normalidade com base nos gráficos em papel de probabilidades normal dos resíduos studentizados e valores dos percentis 95 % e 5 %. Para além destas estatísticas, foi analisada a presença de colinearidade com base no factor de inflação da variância (*VIF*) ou número de condição de matriz (*NCOND*).

Assim, a estimação da altura dominante (*hdom*) dos povoamentos foi determinada com base na equação às diferenças (*I*) desenvolvida por Patrício (2004) para a região. O índice de qualidade da estação (*SI*) foi definido para a idade de referência de 45 anos.

O número de árvores em pé é definido pelo utilizador de acordo com a silvicultura pretendida ou com recurso a um modelo de redução de densidade (2) que traduz a silvicultura das tabelas de produção inglesas para o castanheiro, uma vez que não existem dados disponíveis, entre nós, que nos permitam obter uma equação com predições satisfatórias. Em alternativa, testou-se a utilização do factor de Wilson o qual não se mostrou adequado para a obtenção de densidades aceitáveis para condução do castanheiro.

A altura média *hmed* (3) foi obtida com base na relação hipsométrica geral desenvolvida igualmente por Patrício (2004) também para a região. Conjuntamente o volume do povoamento principal *Vp* foi determinado com base numa equação de volume de árvore individual (4) tendo em conta a densidade *N*.

Antes da estruturação da tabela procedeu-se à análise do gráfico da relação  $\ln(N) - \ln(dg)$  relativo aos povoamentos previamente mencionados com o objectivo de identificar aqueles que se encontravam numa situação de sublotação. Os nossos povoamentos foram comparados com a informação das tabelas de produção inglesas para a faia, recomendadas para utilização em castanheiro (Hamilton e Christie, 1971), tabela de produção para plantações de castanheiro de Maw, 1912 correspondente à melhor classe de qualidade, apresentada por Everard e Christie (1995) e ainda com os dados da tabela de produção provisória para o castanheiro no sul de Inglaterra (Everard e Christie, 1995). A Figura 1

mostra a relação  $\ln(N) - \ln(dg)$  para todos os dados disponíveis, incluindo a faia e o castanheiro em Inglaterra.

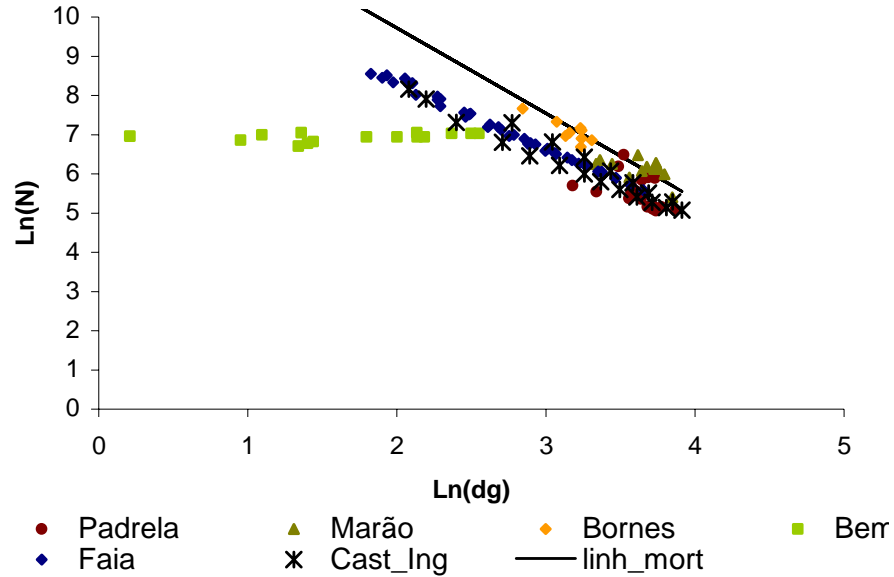


Figura 1: Relação  $\ln(N) - \ln(dg)$  para os dados disponíveis.

Como se pode observar Bemlhevai encontra-se numa situação nítida de sublotação e portanto, longe da linha de mortalidade natural. Por outro lado os povoamentos de Bornes e Marão ultrapassam a linha de mortalidade natural da faia e castanheiro em Inglaterra. Por sua vez a Padrela aproxima-se destes últimos, encontrando-se sublotada em quase todas as parcelas.

A modelação da linha de mortalidade natural baseou-se nos dados dos povoamentos adultos de Bornes, Marão e Padrela (apenas as parcelas não sublotadas). A linha de mortalidade indicada no gráfico foi obtida através da equação que a seguir se apresenta:

$$\ln(N) = 14,07526 - 2,17687 \ln(dg), \text{ com}$$

$$QMR = 0,0703 \quad R^2 = 0,8973 \quad R^2_{aj} = 0,8871$$

Esta equação resultou do ajustamento do número de árvores por hectare  $N$  em função do diâmetro médio  $dg$  sob a forma logarítmica, para os pontos de maior densidade ( $n=12$  pontos). Relativamente à variável  $hdom$  não foi possível obter qualquer relação entre esta variável e o número de árvores por hectare.

No que se refere ao volume total por hectare, como é sabido, a sua estimação pode ser realizada através de uma equação para a zona em estudo onde o volume por hectare é

função da altura dominante do povoamento. No entanto, o modelo obtido para estabelecer uma relação entre o volume por hectare e a altura dominante com a informação dos nossos povoamentos de castanheiro revelou algumas limitações, devido ao reduzido número de dados, uma vez que as parcelas sublotadas não foram consideradas. Assim, testaram-se outras possibilidades para obtenção desta variável. No final, o volume total do povoamento foi obtido com base na informação do volume total das tabelas de produção inglesas para o castanheiro (Everard e Christie, 1995) e para a faia (Hamilton e Christie, 1971) juntamente com os dados dos povoamentos adultos de Bornes, Marão e Padrela. O modelo seleccionado não inclui a variável relativa ao índice de qualidade da estação *SI*. No entanto, como a altura dominante atingida a uma determinada idade é função da classe de qualidade, indirectamente, está também a considerar-se a classe de qualidade. Assume-se que a uma dada altura dominante corresponde um determinado volume total (Assmann, 1970).

De seguida apresenta-se uma análise gráfica das diferentes origens de dados, quer em termos de volume total em função da altura dominante (Figura 2) quer do volume total em função da idade (Figura 3).

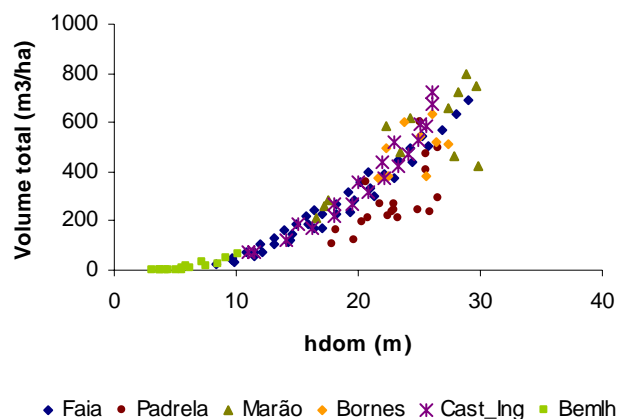


Figura 2: Comparação do volume total em função da altura dominante das parcelas de castanheiro nacionais com a faia e castanheiro em Inglaterra.

Como se pode observar na Figura 2, os povoamentos de Bornes e Marão apresentam alguma sobreposição em termos de volume total com a faia e castanheiro dado pelas tabelas de produção inglesas. Por outro lado, o volume total da maioria das parcelas da Padrela está bastante abaixo das restantes, devido à sua menor densidade. A análise da distribuição do volume total com a idade, apresentada na Figura 3, confirma a sobreposição dos dados ingleses com os nossos, à excepção da classe de qualidade inferior da faia, situada nitidamente abaixo da menor classe de qualidade para o castanheiro, razão pela qual não foi

considerada. A classe de qualidade superior portuguesa também não tem correspondente nas tabelas estrangeiras, sugerindo a existência de povoamentos mais produtivos em Portugal.

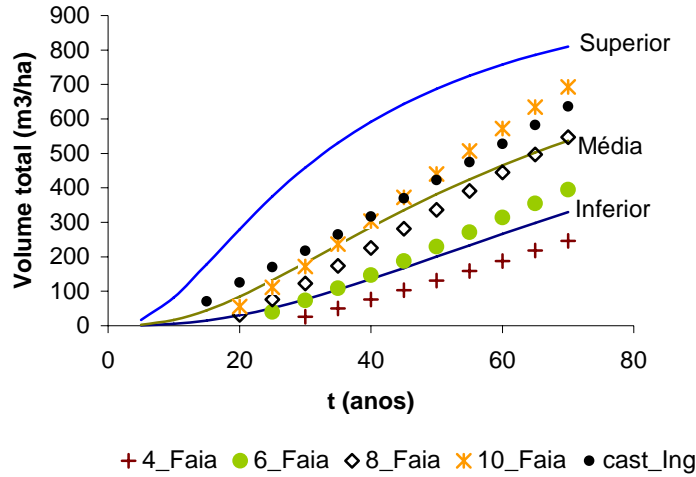


Figura 3: Comparação do volume total estimado para o castanheiro em função da idade com as tabelas de produção inglesas (faia e castanheiro), para as classes de qualidade superior, média e inferior.

## Resultados

As componentes do modelo de produção que serviram de base à construção das tabelas de produção foram as seguintes:

*Altura dominante (hdom)*

$$hdom_2 = \frac{36,6103}{1 - \left(1 - \frac{36,6103}{hdom_1}\right) \left(\frac{t_1}{t_2}\right)^{1,4636}} \Leftrightarrow hdom = \frac{36,6103}{1 - \left(1 - \frac{36,6103}{SI}\right) \left(\frac{45}{t_2}\right)^{1,4636}} \quad (1)$$

*Número de árvores em pé (N)*

$$N_2 = N_1 \exp(-0,0155 SI (t_2 - t_1) - 0,1316 SI \ln(t_2/t_1)) \quad R^2 = 0,9853 \quad (2)$$

*Altura média*

$$h = h_{dom}(1 + 0,0607e^{-0,0228 h_{dom}})(1 - e^{-1,6676 d/h_{dom}}) \quad (3)$$

*Volume do povoamento principal (Vp=VxN)*

$$V = 0,00003299 d^2 h \quad (4)$$

*Diâmetro médio do povoamento principal (dg)*

$$dg = -8,3952 + 1,3007h_{dom} + 230,6098 \frac{1}{\sqrt{N}} \quad (5)$$

$$QMR = 0,295 \quad R^2_{ajus} = 0,960$$

*Volume total do povoamento ( $V_{tot}$ )*

$$\ln(V_{tot}) = -1,90227 + 2,53771 \ln(h_{dom}), \quad (6)$$

$$QMR = 0,030 \quad R^2_{ajus} = 0,944$$

### ***Estruturação das tabelas***

Para facilitar a utilização da tabela de produção as equações obtidas foram implementadas num ficheiro *EXCEL*. Neste ficheiro o utilizador pode definir a gestão a aplicar recorrendo à equação de redução de densidade apresentada ou definindo a densidade pretendida de acordo com a altura dominante. É necessário definir a densidade inicial e a idade do primeiro e último desbaste.

Na elaboração das tabelas considerou-se uma densidade inicial de 1250 árv./ha, o que corresponde a um espaçamento de 4x2. A área basal  $G$  do povoamento principal foi calculada através da expressão:  $G = \pi/4 (dg^2 N)$ . O número de árvores removidas  $N_s$  à idade  $t$  obteve-se por diferença entre o número de árvores em pé  $N$ , antes e após desbaste. O volume saído em desbaste é dado pela diferença entre o volume total estimado pela equação (6) e o volume do povoamento principal.

### **Considerações Finais**

As tabelas de produção para o castanheiro em regime de alto fuste têm carácter provisório na medida em que a função de produção em volume total do povoamento não pode ser determinada com exactidão devido ao desconhecimento do volume retirado dos povoamentos ao longo do tempo. É de referir que a área de alto fuste de castanheiro adulto é muito reduzida (7,6 ha, dos quais permanecem em pé apenas 4,7 ha), não permitindo alargar o número de parcelas permanentes para obtenção do volume total e secundário. Esta tabela poderá ser melhorada à medida que novos dados provenientes das parcelas instaladas em povoamentos jovens ficarem disponíveis. Apesar do seu carácter provisório constituem um valioso instrumento para a gestão florestal na medida em que permitem obter previsões da produção lenhosa bastante aceitáveis, principalmente para o povoamento principal; efectuar diversas simulações de tipos de tratamentos silvícolas; escolher a idade óptima de revolução; avaliar e fundamentar propostas de arborização, realizar estimativas financeiras,



obter predições do carbono sequestrado nas árvores, bem como dos restantes elementos minerais importantes para a gestão sustentável da floresta.

### **Bibliografia**

- ASSMAN, E., 1970. The principles of forest yield study. Trad. Inglês: S.H. Gardiner. Pergamon Press Ltd., Oxford, 506 p.
- BOURGEOIS, C., SEVRIN, E. e LEMAIRE, J., 2004. Le châtaignier un arbre, un bois. IDF, 2<sup>a</sup> ed., Paris, 347 p.
- EVERARD, J. e CHRISTIE, J.M., 1995. Sweet chestnut: silviculture, timber quality and yield in the Forest of Dean. Forestry, Vol. 68, 2: 133-144.
- HAMILTON, G. J. e CHRISTIE, J. M., 1971. Forest management tables (metric). Forestry Commission Booklet, 34. London, HMSO, 201 p.
- PATRÍCIO, M. S., 2004. Análise da Potencialidade Produtiva do Castanheiro em Portugal. Dissertação apresentada para obtenção do grau de doutor, UTL, ISA.